

„Credo quia absurdum est”¹

1. A MODERN FIZIKA RACIONALITÁSFOGALMÁNAK PARADOX JELLEGE

A relativitás elmélete és megalkotója, Albert Einstein körül a múlt század húszas éveitől kezdődően példátlan kultusz alakult ki: az elmélet az ember szellemi alkotóképességének paradigmatisztikus példájává vált, míg a német fizikusban nem csupán a tudomány, hanem általában az „ész” már-már természetfeletti képességekkel megáldott zsenijét tiszteljük. E kultusz azután áttevéődött a fizikai világréképben szintúgy forradalmi változást hozó kvantummechanikára és a relativitáselméleten alapuló modern kozmológiára.

Ez a kulturtörténeti jelenség természetesen szorosan összefügg azzal a kitüntetett pozícióval, amelyet a modern gondolkodásban a természet-tudományok elfoglalnak, és amelynek nyomán a tudomány, mint a leginkább racionálisnak és megbízhatóknak vélt emberi tevékenység, világréképünk formálódásában meghatározóvá vált. S e tekintetben nem csupán a laikus közvéleményről van szó. A bécsi neopozitivistá filozófus, Moritz Schlick Einstein elméletében az emberi szellem olyan diadalát látta, amely a filozófia számára is követendő², s közismert, hogy e tekintetben Schlickkel a „Bécsi Körként” ismert neopozitivistá filozófiai csoportosulás többi tagja is egyetértett.³ Persze a természettudományok egyoldalú dominanciáját elutasító, azzal szemben a filozófiai reflexív gondolkodás elsőbbségét hangsúlyozó filozófiák nem fogadták el ezt az értékelést, és így pl. Heidegger joggal

* A szerző ezúton mond köszönetet az *Országos Tudományos Kutatási Alap*nak, mely a K 79194 OTKA számú kutatás keretében támogatja a jelen tanulmány megszületését. A szerző az MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont, Filozófiai Intézet főmunkatársa.

¹ Teológiai szófordulat, melyet a közvélekedés – *pontatlanul* – az ókori Tertullianusnak tulajdonít.

² V.ö.: Schlick, Moritz: *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik*. Berlin, Springer, 1917. 51-63.; illetve úő: "Pozitivizmus és realizmus" In. Altrichter Ferenc (Szerk.): *A Bécsi Kör filozófiája*. Budapest, Gondolat, 1972.

³ V.ö.: Altrichter Ferenc (Szerk.): *A Bécsi Kör filozófiája*. Budapest, Gondolat, 1972. 93-133. o.

mutatott rá arra, hogy Einstein forradalmian újnak tekintett időfölfogása filozófiai szempontból csupán másodlagos, amennyiben:

... (az idő mérés) ontológiai fundamentumainak a megvilágítása már feltételezi, hogy az ittlét időiségéből kiindulva tisztázzuk a világ-időt és az időnbeliüliséget és megvilágítsuk a természet feltárásának – valamint általában a mérés idői értelmének – egzisztenciális-idői konstitúcióját. A fizikai mérés technika axiomatikája ezeken a vizsgálódásokon alapul, s a maga részéről sohasem lehet alkalmas arra, hogy felgöngyölítse az időproblémát.”⁴

De a modern fizika korlátozott filozófiai jelentősége mellett a késői Heidegger nevezetes kijelentésére hivatkozva is érvelhetünk: a tudomány „nem gondolkodik”, azaz a természettudományos eredmények – így a modern fizika eredményei – nem a reflexív filozófiai, hanem csupán a számológépekkel kalkulatív természettudományos gondolkodás birodalmába tartoznak.⁵ Vagy az ész és az értelem klasszikus kanti-hegeli megkülönböztetésével: mindaz, amire a természettudomány és annak részeként a modern fizika képes, az „értelem” és nem az ész – azaz nem a filozófiai-reflexív gondolkodás – tartománya.

A jelen tanulmány azonban nem a filozófia és a természettudomány viszonyával foglalkozik. Tárgya a modern fizikához kapcsolódó racionalitásfogalom paradox jellege. Mert az a sajátos kultusz, ami a 20. századi fizika – s különösképpen a relativitáselmélet és a kvantummechanika – körül kialakult, közismerten kapcsolatban van az új elméletek egyfajta „abszurdítás”-ával: azzal, hogy az általuk kínált fizikai világkép mind a hagyományos tudományos racionalizmussal, mind a mindennapi gondolkodással és a „józan ész”-szel szemben áll.

Így ha például Galilei a saját relativitáselvét még egy egyenesen haladó hajó segítségével illusztrálhatta, az einsteini relativitáselmélet nem szemléltethető két egymás mellett elhaladó, egy harmadik megfigyelőhöz képest v_1 illetve v_2 sebességgel mozgó űrhajóval sem, hiszen ha ezek elég gyorsan haladnak, egymáshoz viszonyított sebességük nem v_1+v_2 , hanem ennél jelentősen kisebb lesz – nem is beszélve arról, hogy ha mindkettő fénysebességgel

⁴ A szövegrészt az eredeti német alapján, saját fordításban idézzük. V.ö.: Heidegger: *Sein und Zeit*. 417–418. (A Vajda Mihály által vezetett kollektív fordításában lásd: Heidegger: *Lét és idő*, Budapest, Gondolat, 1989. 662.)

⁵ V.ö.: Heidegger, Martin: Mit jelent gondolkodni? In: *Szöveg és interpretáció*. Budapest: Cserépfalvi, é.n. 7–16.; illetve uő.: *Der Satz vom Grund*. Pfullingen, Neske 1957.; valamint *Gelassenheit*. Pfullingen, Neske, 1959. (Magyarul: „Ráhagyatkozás.” Fordította Szent-Iványi István. *Filozófiai Figyelő* 1981. 1–2. 81–92., illetve: „Érzetlenség.” Fordította Redl Károly. *Magyar Filozófiai Szemle* 1983. 2. 274–281.)

– „c”.vel – halad, akkor sebességük összeadásával nem „2c”-t hanem ugyan- csak „c”-t fogunk kapni. Mindez pedig nemcsak a mindennapi tapasztalatnak és a hagyományos fizikának, hanem a józan észnek is ellentmond, hiszen észbeli várákozásaink alapján a v_1 és a v_2 sebességek összegének v_1+v_2 -nek kellene lennie. (Természetesen nem arról van szó, hogy Einstein relativitás- elméletében nem érvényes a matematika, hanem csupán arról, hogy a sebes- ségekre a józan észnek megfelelő, abból következő lineáris matematikával szemben másfajta matematika érvényes. Szemléletesen: ha 10 méter +10 méter = 20 méter, 10 alma + 10 alma = 20 alma, 10 év +10 év = 20 év – azaz a mértékekre és a tárgyak számosságára a lineáris összeadás érvényes –, akkor semmiféle olyan, a józan észből fakadó megfontolást vagy logikát nem képzelhetünk el, amely szerint 10 km/s + 10 km/s kisebb mint 20 km/s. Csakhogy amikor Einstein elmélete ezen utóbbit állítja, a józan ésszel nem zavartatja magát.)

A jól ismert hivatkozások helyett az előbbieken szándékosan idéztük fel a sebesség relativisztikus összeadásának kevésbé ismert képletét. De természet- esen érvényesek a népszerű példák is, így a kitüntetett vonatkoztatási rendszer teljes hiánya, az „idő lassulása”, a négydimenziós téridő, vagy a tér- nek az általános relativitáselméletben bevezetett görbültsége, valamint az ezen az utóbbin alapuló olyan fogalmak, mint a terjedelmében véges, de határtalan, szférikus világegyetem vagy a tudományos fantasztikus irodalom- ban is népszerű relativisztikus „fekete lyuk”-ak. („Fekete lyuk”-ak már a Newton elméletében is lehetségesek, de azok nem oly extrémek, mint amilye- neket Einstein általános relativitáselméletének matematikája segítségével konstruálhatunk.) A józan észnek és a fizikának e fogalmakban és képzetek- ben megjelenő konfliktusa azután a határozatlansági relációval, a fizikai világ determináltságának feladásával, valamint a hullám-részecske dualizmussal megjelent a kvantummechanikában is.

2. A 20. SZÁZADI FIZIKA VISZONYA A JÓZAN ÉSZHEZ ÖNKÉPÉBEN ÉS URALKODÓ FILOZÓFIÁJÁBAN

A most megjelenített paradoxon, amely egyrészt a 20. századi fizikának, mint a tudományos racionalizmus kitüntetett megtestesülésének kultusza, másrészt e fizika „felfoghatatlansága”, „abszurditása” közötti feszültségből adódik, könnyen feloldható, amennyiben az előbbi kultusz éppen az új fizikai elméletekben megjelent abszurd mozzanatokból táplálkozik. Nevezetesen, a standard interpretáció szerint a fizikai megismerés a kozmosz olyan új szfé- ráit vette vizsgálat alá (egyik oldalról a nagy a sebességek és az intergalak- tikus csillagászati távolságok birodalmát, másik oldalról a mikrorészecskék

világát), amelyekben nem érvényesek a józan ész képzei és logikája. Azaz ezen értelmezésben éppen a tudományos megismerés, a tudományos racionalitás hatékonysága eredményezi az új elméletek abszurd mozzanatait. Mégpedig kétszeresen is: egyrészt a fizikai megismerés sikere, hogy eredményesen behatolt ezekbe a mindennapi életünkől távol eső szférákba, másrészt e szférák viszonyait annak ellenére is eredményesen feltárta, hogy azok jelentősen eltérnek mindennapi életünk körülményeitől, valamint a mindennapi gondolkodás és a józan ész természetesnek tűnő elvárásaitól.

A 20. századi fizika köre épített e metateoretikus elbeszélés tehát azt állítja, hogy a fizikában a múlt század elején a mindennapi gondolkodáson és a józan észén túllépő, annál magasabb rendű és hatékonyabb racionalitás jutott érvényre. És éppen ebben a magasabb rendű racionalitásban találja meg e narratíva a kulcsot a modern fizikának tulajdonított racionalitás és az ugyanezen fizika „felfoghatatlansága” közötti ellenmondás föloldásához: értelmezése szerint az új fizikai világgép éppen azért „felfoghatatlan” és jelenik meg irracionálisként a józan ész számára, mert – a racionális emberi megismerés vívmányként – új, magasabb rendű racionalitást képvisel.

3. AZ ALTERNATÍV ELBESZÉLÉS: A JÓZAN ÉSZ ÉS A MODERN FIZIKA KÖZÖTTI KONFLIKTUS SZÜKSÉGSZERŰSÉGÉT ÁLLÍTÓ METATEORETIKUS ÁLLÁSPONT KRITIKÁJA

A szélesebb közvélemény számára is ismert, hogy azt a fordulatot, amelyet a 20. századi fizika a fizikai világgép és a józan ész viszonyában hozott, nem üdvözölte minden fizikus és filozófus. Így mind az einsteini relativitáselméletnek, mind a kvantummechanika általánosan elterjedt koppenhágai, „ortodox” értelmezésének – éppen ezek „abszurd”-ként értékelt mozzanatai miatt – számos ellenfele akadt, mégpedig kiváló, szakmailag jól felkészült fizikusok között is. Így a kvantummechanikai indeterminizmus miatt a 20. századi fizikai forradalmat kezdeményező Einstein is szembeszállt, aki követendő programként a kvantummechanika statisztikai interpretációját vázolta fel.⁶ A tudományban és a szélesebb közvéleményben uralkodó álláspont szerint ugyanakkor az új fizikai elméleteket elvető tudósok két jellegzetes

⁶ V. ö. pl.: Einstein, Albert: „Bemerkungen zu in diesem Bande vereinigten Arbeiten.” 493-500. In: uő.: *Albert Einstein als Philosoph und Naturforscher*. (Herausgeben von P. A. Schilpp) Stuttgart, Kohlhammer, 1955. 493-511. (Magyarul az eredeti írás kvantummechanikával foglalkozó része „A kvantummechanikai indeterminizmusról” címmel jelent meg a következő kötetben: *Albert Einstein válogatott írásai*. (Szerk: Székely László.) Principia Philosophiae Naturalis 4. (Sorozatszerkesztők: Ropolyi László és Szegedi Péter.) Budapest, Typotex, 2005. 213-224.

csoportot alkotnak. Egyrészt olyan szakmailag kiváló, de a régi fizika személtmódjához kötődő fizikusok tartoznak ide (így a kvantummechanika tekintetében Albert Einstein), akik nem voltak képesek megújulni, s akikre Max Plank nevezetes kijelentése alkalmazandó, miszerint egy új tudományos elmélet csak a régi elmélet képviselőinek kihalása után juthat teljes körűen érvényre; másrészt tudományos képességeikben korlátozott, inkább ideológusi mint fizikusi beállítódású személyekről van szó. E jellemzést az előbbi részben tárgyalt, uralkodó elbeszélésben úgy fogalmazhatjuk át, hogy az új elméletek kritikussai nem voltak képesek áttérni a 20. századi fizika által megkövetelt magasabb szintű racionalitásra. Így például a relativitás elméletében Einstein ugyan zseniálisan képviselte ezt az új racionalitást, ám a determinizmus tekintetében a hagyományos, a józan észhez kötődő racionalitás rabja maradt, és ezért vetette el a kvantummechanika Heisenberg és Bohr által képviselt uralkodó felfogását.

Az azonban már kevésbé ismert, hogy a relativitáselméletnek és a kvantummechanika koppenhágai értelmezésének ellenzéke ma is jelen van (tehát akkor is, amikor a Planck által kritikusan említett régi gondolkodók már mind kihaltak), és ha arány tekintetében ez az ellenzék kisebbségi pozícióban is van, álláspontjuk mellett *mind filozófiailag mind pedig tudományosan megalapozott érvek hozhatók fel.*

Ennek kapcsán talán a legcélszerűbb a szokványos – és mint már az előbb utaltunk rá: hamis – értelmezés jegyében méltánytalanul megbélyegzett Jánossy Lajost idéznünk:

„Figyelemre méltó, hogy néhány fizikus, aki megismerkedett gondolatmenetünkkel, Einstein elméletét visszafelé fordítva, azt hozza fel, hogy bár az általunk felállított elmélet logikája kifogástalan, a modern tudomány bebizonyította, hogy az új tudományos elméletek megfogalmazásánál helytelen a mindennapi gondolkodásmódot alkalmazni, hanem – mint a relativitáselmélet alkalmazásánál is – új, az általános gondolkodásmódtól eltérő elméletek bevezetésére van szükség.

Ezzel az érveléssel bezárul a kör. Először azt állították, hogy a tények kényszerítenek új, a természetes gondolkodással ellentétes ideák bevezetésére. Miután bebizonyosodott az, hogy a tények ilyen ideák nélkül is megmagyarázhatók – most megfordítva, módszertani okok miatt tartják szükségszerűnek új fogalmak bevezetését.”⁷

⁷ Jánossy Lajos: „Bevezetés.” In. uő. – Elek Tibor: *A relativitáselmélet filozófiai problémái.* Budapest, Akadémiai Kiadó, 1963. 9-10.

Jánossy Lajost ma Magyarországon még méltatói is úgy értékelik, hogy bár kiváló fizikus volt, és a fizika számos területén jelentős eredményeket ért el, fizikai konzervativizmusa és/vagy marxista ideológiai elkötelezettsége miatt a relativitáselmélettel és a kvantumelmélettel kapcsolatos vizsgálataiban helytelen útra tévedt, és ezért az e területeken végzett munkássága tudományosan értéktelen. Valójában azonban a nyugati országokban a fizika filozófiájában Jánossy Lajos e tárgykörökben írt művei elismeréssel bírnak, s neve talán e területeken is jobban ismert, mint Einsteint védelmező volt ellenfeleié. Így a fizika filozófiájának egyik legnevesebb személyisége, a fizikus és filozófus J. S. Bell Jánossynak a relativitáselmélettel kapcsolatos elemzéseit azon kevés relativitáselméleti munkák közé sorolja, amelyek fogalmi tisztaságuk miatt méltók arra, hogy foglalkozzunk velük.⁸ A fizika filozófiájában ugyancsak jelentős tekintéllyel bíró oxfordi professzor H. Brown pedig a relativitáselméletéről szóló monográfiája elején köszönetet mond Jánossynak, mint egyik elődjének és inspirálójának, akinek a monográfiában egy külön – részben méltató, részben kritikus – alfejezetet is szentel.⁹

De Jánossy mellett megemlíthetjük az egészen más társadalmi környezetből származó amerikai H. Ives is, akire gyakran hivatkozik a relativitáselmélettel kritikusán foglalkozó fizikai és tudományfilozófiai angolszász irodalom, és aki szintén a hagyományos racionalitás védelmében hirdette meg egy alternatív relativitáselmélet kidolgozásának programját.¹⁰ Ives gondolatait követve Turner és Hazelett – Ives összegyűjtött tanulmányainak kiadói – Einstein elméletét egyenesen *fizikai ellenforradalomként* jellemzik, mely feladta az újkori tudomány racionális jellegét, és irracionalizmusba vezette a fizikát.¹¹ S e rövid, jelzésszerű felsorolást befejezve felidézhetjük még a magyar Palágyi Menyhértnek a relativitáselmélettel foglalkozó egyik kritikai előadásán elhangzott szavait, melyek szerint „a matematika nem véd meg a butaságoktól”.¹² (Palágyi arra utalt ezzel, hogy a relativitáselmélet matematikájának egyoldalú kultusza irracionális állításokhoz – „butaságok”-hoz – vezet.)

⁸ Bell, J. S.: „How to Teach Special Relativity”. *Progress in Scientific Culture*, Vol. 1., No. 2.

⁹ V. ö. Brown, Harvey R.: *Physical Relativity. Space-time Structure From a Dynamical Perspective*. Oxford, Clarendon Press, 2005. vii., 122-124.

¹⁰ V. ö.: Turner, Dean – Hazelett, Richard (editors): *The Einstein Myth and the Ives Papers. A Counter-Revolution in Physics*. Old Greenwich (Connecticut): Devin-Adair Company, 1979.

¹¹ Lásd a Turner és Deen által szerkesztett, előbb hivatkozott kötet alcímét.

¹² „Mathematik schützt von Torheit nicht.” Palágyi szavait idézi Dr. Ernst Gehrke In. *Ausgewählte Werke, Band III: Zur Weltmechanik. Beiträge zur Metaphysik der Physik von Prof. Melchior Palágyi. Mit einem Geleitwort von Dr. Ernst Gehrke*. Leipzig, Verlag von Johann Ambrosius Barth, 1925. VI.

Mivel a jelen írás nem elmélettörténeti munka, eltekintünk a fenti álláspont képviselőinek szisztematikus bemutatásától, és a kritikai álláspont fizikai és filozófiai alapjai felé fordulunk.

Mindenekelőtt azt kell hangsúlyoznunk, hogy a relativitáselmélet fenti kritikusaiban közös, hogy annak einsteini változatát éppen a józan ésszel szemben álló, abszurd jellege miatt utasítják el, és ennek jegyében hirdetik meg a hagyományos racionalitásnak és a józan észnek megfelelő alternatív elmélet programját. Ennyiben kritikájuk nem egyszerűen fizikai, hanem filozófiai, és a hagyományos racionalitásnak mint értéknek a felvállalásán nyugszik. Ez elmondható a kvantummechanika tekintetében Albert Einstein-re is, aki szintén tudatosan vállalja a hagyományos racionalizmust és ennek részeként a determinizmust a koppenhágai értelmezéssel szemben. Szembeállítva az uralkodó és a most jelzett kritikai megközelítést: amíg a szokványos elbeszélés a tényszerűen adott természettudományos elméletek és az ahhoz csatolt értelmezés alapján feladja a hagyományos racionalitást, és egy új, kifejezetten erre az abszurdításra szabott, „magasabb rendű”-nek tételezett racionalitásfogalom jegyében a józan észnek és a hagyományos tudományos racionalizmusnak ellentmondó állításokat ésszerűként jeleníti meg, addig a másik elbeszélés nem enged a fakticitásnak, hanem tudatos filozófiai érték-választásként kitart a racionalitás hagyományos fogalma mellett. Ennek megfelelően az első, uralkodó koncepció az éppen létező tudományt – és ezen belül konkrétan az éppen adott fizikát – a racionalitás kategóriája fölé helyezi, és azt tekinti ésszerűnek, amit ez a fizika képvisel. Az, hogy ebbe az új racionalitásfogalomba beleillik az idő lassulása, a görbült tér, a $v_1 + v_2$ kisebb mint $v_1 + v_2$ sebességösszeadás (azaz a $v = v_1 + v_2$ hagyományos sebességösszeadás-képlet érvénytelensége), továbbá a kvantummechanikai határozatlanság, az indeterminizmus és a hullám-részecske-kettősség: mindez egyszerűen tautológia, hiszen ez az új racionalitás éppen e képzetekhez és állításokhoz illeszkedik. S mivel ezek a képzetek és állítások ellentmondanak a hagyományos racionalitásnak és a józan észnek, a racionalitás ezen új fogalmának is szükségképpen ellent kell mondania azoknak.

Ezzel azonban még nem tártuk fel teljesen az uralkodó álláspont filozófiai tartalmát. Ugyanis nyilvánvalóan van valamiféle hivatkozási alapja annak, hogy a 20. századi fizika e meglepő állításokat egy új racionalitásfogalom jegyében ésszerűként jelenítheti meg. S könnyű belátni azt, hogy ez az alap a tudomány magasabbrendűségére vonatkozó általános meggyőződés. Az eredetében tévesen Tertullianusnak tulajdonított¹³ középkori formula szerint

¹³ V.ö.: Moffat James: „Aristotle and Tertullian.” *Journal of Theological Studies* 17. (1916) 170-171.; illetve: Sider, Robert, D.: „Credo quia absurdum est?” *Classical World* 73. (Ápril - Máj 1980), 417-419. http://www.tertullian.org/articles/moffat_aristotle.htm; http://www.tertullian.org/articles/sider_credom.htm

(„credo quia absurdum est”) éppen abszurditása miatt kell elfogadnunk a Jézus halálára és feltámadására vonatkozó tanítást. Ám világos, hogy ez a formula önmagában nem áll meg, hanem hitelessége a keresztény vallás tekintélyén nyugszik. A modern fizika esetében hasonló összefüggéssel szembesülünk: ha benne *„a racionálissá kell minősíteni még akkor is, ha abszurd”* formulája jutott érvényre, akkor e formula ugyancsak nem önmagából, hanem *a tudomány tekintélyéből* meríti erejét.

Csakhogy a tudomány tekintélye – szemben a vallásával – éppen egyfajta evilági, az általánosan elfogadott vélelmezés szerint minden hitet nélkülöző, előzetes racionalitáson nyugszik. Ez az előzetes racionalitásfogalomnak pedig függetlennek kell lennie a később megfogalmazandó tartalmi tudományos állításoktól, de azoktól a racionalitáskritériumoktól is, amelyek az uralkodó felfogás szerint az új fizika nyomán elvetendővé, illetve új racionalitásképzetekkel és kritériumokkal helyettesítendővé váltak. Ha ugyanis e függetlenség nem állna fent, akkor a hagyományos racionalitás azon revíziója, amelyet a modern fizika alapján az uralkodó felfogás megkövetel, körkörösé válna, hiszen a revíziós szükséglet hivatkozási alapját, a tudomány tekintélyét megalapozó előzetes racionalitást – és ezzel magának a tudománynak a kitüntetettségét – is megkérdőjelezné.

Mármost a tudomány önképe és az ezen önképet megerősítő, azt a filozófia szintjére emelő tudományfilozófiai irányzatok ezen előzetes, a későbbi tudományos állítások tartalmától független racionalitást a tudományos kutatás módszertanában, a tudományos elméletek empirikus alátámaszthatóságában vagy cáfolhatóságában, vagy éppen – Thomas Kuhnra gondolva – az uralkodó tudományos paradigma által megengedett, rögzített módszertani rejtvényfejtési szabályokban mutatják föl. *Azaz a tudományok tekintélyének végső forrása e tudományfilozófiai koncepciókban a hozzájuk kapcsolt módszertani racionalizmus képzete. Ennek megfelelően az uralkodó felfogás szerint azért kell elfogadnunk a modern fizika állításait, mert azokhoz a kutatás a helyes, racionális módszertannal jutott el, és amikor előrejelzéseit e helyes, racionális módszertant követve összevetette a tapasztalattal, az utóbbi nem falszifikálta azokat, illetve az összevetés nem okozott a kuhni értelemben vett súlyos, a paradigmát megrázó, azt válságba sodró anomáliákat.*

A kortárs fizika uralkodó önértelmezése és az a követelménye, hogy a tudománynak föl kell adnia a józan ész, mint kritériumot, így csak látszólag alapul a tudomány faktikus épp-így-létén. Mélyében valójában a tudománynak mint a megismerést racionális módszertan szerint folytató kitüntetett vállalkozásnak képzete, azaz a tudománynak tulajdonított módszertani racionalizmus kitüntetettsége iránti filozófiai elköteleződés áll. *Az a modern fizikával kapcsolatosan hangoztatott követelmény, hogy a hagyományos racionalizmus elvetendő, és olyan új racionalizmusfogalomra van szükség,*

melynek jegyében Einstein sebességösszeadó-képlete vagy a kvantummechanikai indeterminizmus a józan ésszel való konfliktusa ellenére is racionalisnak minősítendő, nem érinti a tudományos megismerés módszertanának ésszerű jellegével kapcsolatos képzeteket és elméleteket, hanem éppen ellenkezőleg: az e módszertannak tulajdonított racionalitáson nyugszik.

Ezzel szemben az a hagyományos racionalitásfogalom, amellyel a modern fizika összeütközésbe került, és amelynek jegyében Palágyi Menyhért, Jánosssy Lajos vagy H. Ives elutasította a relativitáselmélet einsteini változatát, vagy éppen Einstein opponálta a kvantummechanika koppenhágai interpretációját, *nem módszertani, hanem tartalmi* jellegű: a fizikai világra vonatkozó tartalmi természetű állításokra vonatkozik. Így pl. az az einsteini metateoretikus követelmény, mely szerint a tudmánynak ésszerű képet kell nyújtania a természetről, és az ésszerű természetképnek deterministának kell lennie, több mint pusztán módszertani elv, hiszen *a tudományos elméletek tartalmára* fogalmaz meg kritériumot. Amennyiben ezt az elvet elfogadjuk, egy indeterminizmust állító fizikai elmélet akkor is elfogadhatatlanná és irracionálissá válik, ha egyébként *módszertanilag* hibátlan és tapasztalati predikciói teljesülnek (azaz az empiria oldaláról nem történik falszifikáció, illetve nem keletkezik az elmélet paradigmájában válságot indukáló anomália). S e ponton eljutottunk két olyan belátásig, amelyeken a tudományfilozófia és a fizika filozófiája területén végzett vizsgálódások általában átsiklanak:

A 20. században egyoldalúan hangsúlyozott módszertani racionalizmus mellett a modern európai tudományosságban sokáig jelentős szerepe volt a tartalmi racionalizmusnak.

A 20. századi fizikában a tulajdonképpeni konfliktus a tudomány *módszertani racionalizmusa* és a hagyományos értelemben vett *tartalmi racionalizmus* között keletkezett.

4. TARTALMI ÉS MÓDSZERTANI RACIONALITÁSKRITÉRIUMOK AZ ÚJKORI TERMÉSZETTUDOMÁNYBAN

Az, hogy a tartalmi és a módszertani racionalitás megkülönböztetése nem képez kitüntetett tárgykört a kortárs tudományfilozófiában, nem véletlen: a 20. századi tudományfilozófia – és általában a tudományosság legújabb kori ideája – a módszertani racionalizmus bűvöletében él. Ez pedig megint csak nem véletlen, hiszen e tudományfilozófia vezérgondolata a „metafizika” kiűzése a tudományokból, és bármiféle metateoretikus tartalmi elem vagy kritérium már eleve felidézi számára a metafizika gyanúját. Jellemző, hogy ha pl. az interneten rákeresünk angolul a „substantive rationality” kifejezés-

re, elsősorban a kifejezés gazdasági, szociológiai, erkölcsi, politikai filozófiai és lélektani jelentései jelennek meg, és a tudományfilozófiai dimenzióval csak elvétve találkozunk. Persze annak, hogy a metafizika elleni harc jegyében a tartalmi racionalizmus a tudományos kritériumok között a metodológiai racionalizmus javára háttérbe szorult, társadalmi-történelmi gyökerei, illetve gondolkodástörténeti okai vannak: itt tulajdonképpen a tudományban – és ennek részeként különösképpen a természettudományban – annak a kettőségnak párhuzama jelenik meg, amelyet Max Weber gazdasági illetve szociológiai elemzésében a materiális és a formális racionalizmus megkülönböztetésével ragad meg.¹⁴ Így a módszertani racionalitáskritériumok egyoldalú uralomra jutásának háttérében is hasonló társadalmi-kulturális okok állnak, mint amilyenekkel Weber a gazdasági-társadalmi dimenzióban a formális racionalizmus uralomra jutását magyarázza. Vagy más filozófiai kontextusba helyezve: Heidegger második korszakának terminológiájával a metodológiai racionalizmus egyoldalú felülkerekedése magyarázható azzal a gondolkodástörténeti folyamattal, melynek lényegét Heidegger az elégséges alap elve és a kalkulatív gondolkodás uralomra jutásában látja.¹⁵

A jelen tanulmány azonban ezt a társadalmi-gondolkodástörténeti hátteret zárójelbe teheti, amennyiben most csak az az érdekes számunkra, hogy az újkori természettudomány és az általa reprezentált természettudományos racionalizmus kialakulásában jelentős szerepet játszottak a tartalmi elemek. Így hivatkozhatunk arra, hogy Galilei arisztotelianus és anti-kopernikánus ellenfelein élcelődve gyakran nem módszertani eljárásokon, hanem tartalmi állításokon gúnyolódott, melynek során célpontjában szinte mindig a kritika alá vont állítás és a józan ész vélt vagy valós konfliktusa állt. Tipikus példaként elég csupán Galilei jól ismert márványvőlegény-paraboláját felidézni, mellyel Arisztotelésznek a változásmentesnek tekintett égitestek földi hatására vonatkozó kozmológiai tanítását szándékozta mint észnek ellentmondót – inadekvát módon – kifigurázni: az az állítás, hogy az égitestek anélkül járnak hozzá a földi keletkezésekhez és elmúlásokhoz, hogy ők maguk változnak, ugyanolyan abszurd, sugalmazza a parabola, mintha a menyasszony mellé márványszobrot fektetnénk, és gyermeket várnánk e frigyból.¹⁶

¹⁴ V. ö.: Weber, Max: *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie. I. Halbband*. Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1956. 44-46. [Magyarul: uő.: *Gazdaság és társadalom. A megértő szociológia alapvonalai. I.* (Fordította és jegyzetekkel ellátta Erdélyi Ágnes). Budapest, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1987.]

¹⁵ V.ö.: Heidegger, Martin: *Der Satz vom Grund*. Pfullingen, Neske, 1957.

¹⁶ V.ö.: Galilei, Galileo: *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo. Pordenone, Studio Tesi, 1988.* (Reprint. Originally published, Fiorenza, Landini, 1632.) 76.; (Magyarul: Galilei, Galileo: „Részletek a Párbeszédek a két legnagyobb világrendszerről, a ptolemaiosziról és a kopernikusziról című művéből”. In. *Giordano Bruno*,

De ott vannak a tartalmi kritériumok Descartes filozófiájában is, amennyiben csak a közvetlen testi hatást ismeri el a természeti jelenségek megfelelő magyarázataként, és bevezeti a természeti jelenségek magyarázatában a célokság használatának tilalmát. Természetesen ezek a tartalmi kritériumok annyiban a tudományos elméletalkotás módját érintik, amennyiben kizárják az olyan módszertant, amely a feltételezett cél vagy a testeknek tulajdonított távolbahatás segítségével magyarázna meg egy-egy természeti jelenséget, ám ez sem változtat azon, hogy e módszertani tiltás tartalmi eredetű. Valójában minden tartalmi racionalitáskritérium tiltás, s mint ilyen módszertanba fordul át: az ilyen kritériumok éppen úgy működnek, hogy a tartalmilag irracionális állításokat kitiltják az elméletből.

Ami a célokság tiltását illeti: ez ma is egyik alapvető és talán legszigorúbb eleme a természettudományos racionalitásnak annyiban, hogy a biológiában (így az élőlények viselkedésében) megnyilvánuló célokságra utaló jelenségeket is kötelező visszavezetni oksági összefüggésekre. E tekintetben csak annyi változott, hogy a tudományosság modern ideái és uralkodó tudomány-filozófiai a célokságot annak empirikus tesztelhetetlenségére (verifikálhatatlanságára vagy falszifikálhatatlanságára) hivatkozva közvetve, csupán formális módszertani kritériumokkal is kizárhatónak vélik. Ami viszont a távolhatást illetve a testekben rejlő erők képzetét illeti: az ezekre vonatkozó kartézianus tiltás az újkori természettudomány talán első nagy vitájának, a newtoni gravitációval mint távolbahatással kapcsolatos vitának gyújtópontját képezte¹⁷, és a newtoni gravitációelmélet sikere nyomán kikerült a tartalmi racionalitáskritériumok közül. Igaz, a relativitáselmélet a fény véges terjedési sebességének axiómájával visszahozta a tetszőleges sebességgel történő távolbahatás lehetőségének tagadását, de ez ma csupán egy éppen most érvényes elmélet tényyszerű állítása, s nem módszertani kritérium. Ha a mai fizikára nem is jellemző a korlátlan sebességű hatás, a fizikai részecskékben rejlő vonzóerők fogalma ma a fizika szerves részét képezi. Így az eredeti, szigorú kartézianus tiltás e tekintetben Newton elméletének relativisztikus meghaladása után sem tért vissza.

Számunkra azonban a következőkben nem annyira a most említett, Galileinél vagy Descartes-nál szereplő tartalmi racionalitáskritériumoknak lesz jelentősége, hanem annak a kritériumnak, amelyre hivatkozva Giordano Bruno érvel Arisztotelész zárt, határolt világa ellen. Bruno ezen érvelése azon alapul, hogy Arisztotelész tanítása a külső csillagszféráról ellentmond

Galilei, Campanella. Vál.: Gulian C. I. – Banu I. Budapest, Művelt Nép Könyvkiadó, 1952. 77.)

¹⁷ V. o. pl.: Hall R. A.: *Philosophers at War. The Quarell Between Newton and Leibniz.* Cambridge, etc, Camb. Uni. Press, 1980.

térszemléletünknek.¹⁸ Nevezetesen: ez a szféra teljesen lezárja a világot, de nem oly módon, hogy a szférán belüli, fizikai létezőket tartalmazó kozmoszt választja el az azt körülvevő üres tértől, hanem úgy, hogy magát a teret is lezárja: e szférának nincs túloldala abban az értelemben, hogy rajta kívül az üres tér sincs. Következésképpen Arisztotelész véges világát nem veszi körül egy nagyobb, végtelen, üres tér. Bruno intuitív térszemléletünk alapján joggal minősíti ezt a fogalmilag egyébként lehetséges kozmoszkonstrukciót abszurdnak, és ugyancsak szemléletes térképzetünk alapján joggal állítja, hogy ez a világ – tekintettel az őt körülvevő, őt tartalmazó tér hiányára – tulajdonképpen sehol sincs.¹⁹ Hasonlóképpen: a külső szférát Bruno ugyancsak indokoltan tekinti abszurdnak, hiszen egy olyan határ, melynek a másik oldalán semmi – még az üres tér – sincs, térszemléletünknek nyilván ellentmond, és a határ fogalmának sem felel meg annyiban, amennyiben fogalmából következőleg a határ két térbeli régiót választ el egymástól.

Persze Arisztotelész filozófiájának kontextusában ezek az érvek irrelevánsak, hiszen e filozófia a véges, határolt terű világ, és a téren és időn kívüli mozdulatlan mozgó fogalmával tudatosan választott olyan kozmoteológiát, mely nemcsak nem követi intuitív térszemléletünket, hanem egyenesen ellentmond neki, és ennyiben „abszurd”. Ugyanezen érvek viszont az itáliai filozófus művének kontextusában érvényessé válnak, mivel ő felmondja azt az arisztotelészi attitűdöt, amely a kozmológia és a térszemléletünk közötti konfliktust a szemlélettől elvonatkoztatott fogalmi gondolkodás jegyében figyelmen kívül hagyja.

Bruno álláspontjának most érintett metateoretikus rétege határozottan kirajzolódik előttünk az olasz gondolkodó érveiben:

„S ha azzal akarsz védekezni, hogy azt mondd, ahol nincs semmi, ott sem tér, sem *kívül*, sem *túl* nincsen: ezzel engem nem elégítesz ki, mert ezek csak szavak meg kifogások, amelyek nem mennek az ember fejébe... Mert teljességgel lehetetlen bármily érzék vagy képzelet alapján ... komolyan elgondolni, hogy lehetnek felületek, szélek, határok, amelyeken túl ne volna vagy test vagy úr ...”²⁰

..., az az állítás, amely szerint a világ, vagy ahogyan ti mondjátok, a világegyetem, határtalan, nem rejt magában semmi képtelenséget, emellett megszabadít bennünket számtalan zavartól, amelybe az ezzel ellentétes állítás sodort.”²¹

¹⁸ V.ö.: Bruno, Giordano: *A végtelentől, a világegyetemtől és a világokról*. Bukarest, Kritérion, 1990. 37-42, 62-75.

¹⁹ U.o. 37-38., 64-65.

²⁰ U. o.: 65.

²¹ U. o.: 74.

Illetve:

„Ha a világot a tőlünk kifejtett értelemben határtalannak vesszük föl, akkor megnyugszik elménk, míg az ellentétes fölfogásból mindig számtalan nehézség és képtelenség származik.”²²

5. A PRIORI ÉS A POSTERIORI RACIONALITÁSKRITÉRIUMOK. A JÓZAN ÉSZHEZ TARTOZÓ KÉPZETEK A PRIORI ÉS A POSTERIORI RÉTEGE

Vegyük észre, hogy a Bruno érvelésében megjelenő tartalmi racionalitáskritérium alapvetően különbözik Galilei és Descartes fentebb említett kritériumaitól.

Így azt feltételezni, hogy a márványból készült vőlegény gyermeket nemz, csupán amiatt tűnik abszurdnak, mert a természet megismert rendje, e rend épp-ily-volta ezt kizárja. Ám tudjuk azt, hogy a biológia egyszerűbb élőlények esetében ismeri az önnemzés lehetőségét. Ennek nyomán elképzelhető egy olyan lehetséges világ, ahol adott hormonális folyamatok a magasabb szintű élőlények esetében is önnemzéssel járhatnak, és az is feltehető, hogy e hormonális folyamatokat a hím egyed látványa vagy közelsége elindíthatja. S intuitív képzeletünkkel az sem kerül ellentétbe, ha némileg játékosan elképzelünk egy olyan lehetséges világot, ahol egy esztétikusan megformált márványvőlegény látványa elindíthatja a kellő fantáziával megáldott menyasszonyban az önnemzéshez vezető hormonok képződését. Persze ahhoz, hogy a Galilei-féle érvnek a fizikai világrend épp-ilyen-voltához kötöttségét belássuk, nincs szükségünk e játékosan elképzelt lehetséges világra. Galilei parabolája nem a biológiai nemzésről szól, nem a biológia miatt hiteles, hanem valójában arra az egyetemes – vagy annak tűnő – fizikai tapasztalatra hivatkozik, mely szerint a fizikai létezők hatásgyakorlásuk során visszahatást szenvednek el. S ha e tapasztalattól elvonatkoztatunk, semmi ellentmondó vagy abszurd nincs abban, ha elképzelünk egy olyan világot, melyben bizonyos fizikai létezők visszahatás elszenvedése nélkül képesek hatni. S hasonló mondható el a távolba ható erőkről és a célokság természeti lehetőségéről is.

Bruno érve ezzel szemben nem köthető közvetlenül a természettel kapcsolatos faktikus tapasztalatunkhoz, s ebben az értelemben a priori. Persze a filozófiai álláspont függvényében ez az aprioritás eredetét tekintve visszavezethető a fizikai világgal kapcsolatos sok évszázados tapasztalatra, ám ez sem változtat azon, hogy itt nem közvetlenül empirikus jellegű évről, illetve kritériumról van szó. Amíg Galilei és Descartes említett racionalitáskritériumai párhuzamba állíthatóak a mozgó Földdel szembeni, Kopernikusz előtti

²² U. o.: 41. (Az eső párbeszéd, 17. érvének összefoglalása.)

ellenérzéssel, addig ez Bruno esetében nem tehető meg. Így amíg az előbbiek esetében érvelhetünk úgy, hogy érvényességük ahhoz hasonlóan az akkor éppen uralkodó metafizikához, kozmológiához és természetképhez kötődik, mint amiképpen a mozgó Föld abszurditása a Kopernikusz előtti európai világképhez, és ezért éppen úgy ki vannak téve a kurrens elméletek változásának, mint a mozgó Föld abszurdként történő megítélése a kopernikuszi fordulat előtt, addig ez Bruno érvelése tekintetében nem mondható el.

Bruno érvelésének a priori jellege két – egymással is kapcsolatban lévő – mozzanatban jelenik meg: az intuitív térszemléletünkkel való konfliktusban, és a túloldallal nem rendelkező – tehát nem térbeli régiókat elválasztó – határ fogalmi ellentmondásosságában. Galilei márványvölegény-parabolájának elemzésekor a lehetséges világok fogalmával operáltunk. S természetesen Arisztotelész zárt világa is egyike a lehetséges világoknak. A kérdés azonban nem az, hogy a fizikai távolbahatást vagy a visszahatás elszenvédése nélküli hatást tartalmazó lehetséges világokkal szemben a túloldal nélküli határral jellemzett véges világ képzete elméletileg lehetséges-e vagy sem, hanem az, hogy egy ilyen világ vajon illeszkedik-e a térrel kapcsolatos intuitív képzeleteinkhez és fogalmainkhoz. Ha a mozgó Föld elképzelhetetlen volt az európai ember számára Kopernikusz előtt, azzá vált Kopernikusz után, hiszen alapvető térképzeleteink szempontjából mindegy, hogy milyen égitest van középen, és milyen más égitestek keringenek körülötte: egy központi test körül keringő, több testekből álló rendszer bármikor elképzelhető vizuálisan, és bármikor lerajzolható, modellálható. Ezzel szemben olyan határt nem tudunk vizuálisan megjeleníteni, sem lerajzolni vagy modellálni, amely a befelé lehatárolt térbeli régiót nem választja el semmitől, mert rajta kívül „semmi” – még az üres tér – sincs. A zárt kozmosz arisztotelészi képe nem azért uralhatta évszázadokig az európai gondolkodást, mert az akkori gondolkodók számára e kép szemléletes volt, hanem azért, mert a térszemléletünkkel való összhang egyáltalában nem merült fel kritériumként. Bruno újdonsága e tekintetben az, hogy az intuitív térszemléletünkkel való konfliktus negatív tartalmi racionalitáskritériumként jelenik meg nála: *a kozmológiában Bruno szerint előnyben részesítendő az olyan elmélet, mely nem „nyugtalanítja” eszünket, és ez az adott összefüggésben éppen az intuitív térszemléletünkkel konfliktusban álló képzetek elutasítását jelenti.*

A szemléletesség e problémájával szoros kapcsolatban van, de hozzá képest mégiscsak önálló a fenti határ fogalmi ellentmondásossága, amely gondolkodásunk logikai rétegét érinti. Ha posztuláljuk, hogy két típusú határ lehetséges (és e posztulátum Arisztotelész kozmológiájának egyik rejtett előfeltevése), melyek egyike két térbeli régiót választ el egymástól (s ennyiben van „túloldala”), másika viszont csak egy belső régió zár le, amelyen kívül

nincs tér (s ennyiben nincs „rajta túl”) akkor természetesen formális logikai értelemben logikai ellentmondásmentesen megkonstruálhatjuk Arisztotelész véges világát. De vajon – a határral kapcsolatos szemléletes képzettől eltekintve, de egyúttal e képzetet megerősítve – nem tartozik-e immanensen a határ fogalmához a határon inneni és azon túli fogalma? Vajon nem sérti-e a határ fogalmának logikáját a második típusú határfogalom bevezetése?

Összegezve: a fentiekben Galilei, Descartes és Bruno tartalmi racionalitáskritériumainak összevetésével e kritériumoknak és a „józan ész”-nek két típusa adódott. Az egyik kifejezetten kor, társadalom-, ideológia- és természetképfüggő, mivel az éppen akkor fennálló, általánosan – vagy a releváns társadalmi csoportok által – elfogadott értékekhez és nézetekhez kapcsolódik. A másodikat alapvető fogalmaink és intuitív szemléletünk (az idézett brunói érv esetében konkrétan térszemléletünk) határozzák meg. Természetesen egy nyers, empirista koncepcióban alapfogalmaink és intuíciónkat is hozzákapszcsolhatjuk a világ épp-így-létéhez, vagy a társadalmi és kultúrtörténeti viszonyokhoz, és azokat ennek megfelelően ugyancsak időben változóknak tekinthetjük. Ám még egy ilyen nyersen empirista, antikantiánus megközelítés sem tagadhatja azt, hogy itt gondolkodásunknak és a világgal kapcsolatos képzeateinknek viszonylag stabil, az empiriához csak közvetve kapcsolódó mozzanatairól van szó, és azok ezért – szemben az égitestek konkrét elrendezésére vonatkozó kozmológiai állításokkal, vagy a fizikai testek viselkedését leíró elméleti törvényekkel – legalább relatív értelemben, de *mindenképpen a prioriak*.

6. A RACIONALITÁS A PRIORI JELLEGŰ TARTALMI KRITÉRIUMAI ÉS A 20. SZÁZADI FIZIKA

Mármost a 20. századi fizika és a józan ész (illetve a racionalitás hagyományos, a józan ésszel konform képzetei) közötti általánosan elismert konfliktus az új fizika olyan elemeiből fakad, amelyek a józan ész fogalmához tartozó képzetek Bruno kapcsán elemzett a priori mozzanataival ütköznek. Ezért a modern fizikával kapcsolatos racionalitásproblémát illetően a kopernikuszi fordulatra történő hivatkozás, illetve a hagyományos természetudományos racionalizmus megőrzésére irányuló elméleti próbálkozások párhuzamba állítása a nyugvó Föld elméletének megmentésére törekvő állásponttal a tényleges probléma vulgarizálása volna.

Így az idő lassulása és gyorsulása, a relativisztikus sebességösszeadás képzelete vagy a négydimenziós téridő (ha azt többnek tekintjük pusztán matematikai konstrukciónál) nyilván ellentmond intuitív képzeateinknek. S ez igaz arra a relativisztikus állításra is, hogy ha az A és a B űrhajó egymáshoz képest

egy adott sebességgel mozog, akkor a speciális relativitáselmélet szerint az A űrhajóból mérve a B űrhajóban szállított „b” rúd, míg a B űrhajóból mérve az A űrhajóban szállított „a” rúd rövidül meg, és e jelenség kapcsán nincs értelme azt kérdezni, hogy az alábbi állítások közül:

- „a” rövidebb mint „b”
- „b” rövidebb mint „a”

melyik az igaz, és melyik a hamis.

Ugyancsak ellentmond intuitív térszemléletünknek a tér „görbültsége”, és különösképpen a szférikus tér, melynek ugyan sehol sincs határa, terjedelmében („metrikusan”) mégis véges. A népszerűsítő irodalomban az ezzel kapcsolatosan gyakran szerepelő, az ilyen teret állítólagosan szemléletesen megmutató léggömbhasonlat ugyanis csúsztatáson alapul. E hasonlatban a léggömb felszíne („héja”) mint kétdimenziós, önmagában görbült szférikus sík, a háromdimenziós szférikus tér analógiájaként szerepel. Csakhogy a gömbfelszín eukleidészi alakzat, amely ugyan a két dimenzióban határtalan annak ellenére is, hogy terjedelmében véges, ám a harmadik dimenzió hozzávételével – tehát a térben tekintve – mégiscsak határolt a gömb belseje és az azon kívül lévő tér által. Az, hogy egy ilyen kétdimenziós felszín szemléletes, tautológia, amely éppen annak ellenkezőjét bizonyítja, amit szeretne. Egyrészt mivel az eukleidészi geometria szemléletes jellege általánosan elismert, *a hasonlatban szereplő szféra szemléletessége a tulajdonképpeni probléma szempontjából semmitmondó*, hiszen e szféra maga is *eukleidészi*. Másrészt *azáltal, hogy a hasonlat csak az eukleidészi geometria segítségével tudott szemléletes konstrukciót felmutatni, éppen azt bizonyítja, hogy a szférikus, nem eukleidészi tér nem szemléletes*.

A kvantummechanikai hullám-részecske dualizmus, mely szerint az elemi részecskék egyszerre hullámok és részecskék egyformán ellentmond a dolgokkal kapcsolatos szemléletünknek és logikai érzékünknek, amennyiben e két létezési mód kölcsönösen kizárja egymást. Persze a kvantummechanika ortodox értelmezése feloldja ezt az ellentmondást egyfajta ignorancia-elvvel, melynek lényege – némileg leegyszerűsítve – a következő: a mikrofizikai entitások sem nem részecskék, sem nem hullámok, hanem valami olyan harmadik típusú létezők, amelyekhez olykor a hullámleírás, máskor a részecskeleírás illeszkedik. A félreértések elkerülése végett: ez az értelmezés nem azt állítja, hogy egyenlőre még nem tudjuk, mi lehet ez a harmadik típusú létező, hanem kifejezetten azt, hogy már mindent tudunk róla, ami tudható – azaz, *hogy elvileg lehetetlen megismerni és „felfogni” valódi természetét*. Mindennek nyomán kritikusai (jogos vagy némileg eltúlozott, de ekkor sem alaptalan) jellemzésében az ortodox kvantummechanikus olyan tudós, aki észre-

vége, hogy elmélete ellentmond a logikának, nem az elmélet, hanem a logika korrekcióján gondolkodik.

Némileg más a helyzet a determinizmus kérdésével. Egy indeterminista világ kétségen kívül szemléletesen elképzelhető, azaz az indeterminizmus nem érinti oly módon intuíciónkat, mint a térgörbület, a négydimenziós téridő vagy a Giordano Bruno által kritizált arisztotelészi határ, melynek másik oldalán nincs tér, és ezért szemléletesen nem jeleníthető meg. Ennyiben az indeterminizmus által felidéződő irracionalitás ahhoz hasonlóan a fizikai világ épp-így-létéhez kapcsolódik, mint a hatás és kölcsönhatás elve. Csak-hogy ennek ellenére értelmi intuíciónk jóval erősebben kötődik a determinizmushoz – és a vele nem azonos, de vele részben átfedésben lévő oksághoz –, mint például a hatás és ellenhatás elvéhez. Annak ellenére, hogy az indeterminált természet elképzelhető, értelmünk előzetes várakozása determinált és okságilag meghatározott természetre irányul, és így egy indeterminált és/vagy oksági összefüggérendszerében korlátozott kozmosz semmiképpen sem megnyugtató eszünk számára a brunói értelemben. Ennyiben a determinizmus és az oksággal kapcsolatos elvárásaink ugyancsak a prioriként jelennek meg. (S ezzel kapcsolatosan megint csak nem szükséges egyfajta kantianus típusú a priori-ra gondolnunk. A determinisztikus világkép iránti igény, a determinisztikus gondolkodás végigkíséri az emberiség történetét az archaikus kultúráktól és a későbbi nagy kultúrköröktől napjainkig – még akkor is, ha fizikai értelemben persze többnyire részben indeterminált kozmoszról van szó, mivel céloksági tényezők, transzcendens lények és metafizikai jellegű világtörvények is belejátszanak a determinisztikus rendbe.)

De a kopernikuszi fordulat és a modern fizika által megvalósított, a hagyományos tudományos racionalizmust felmondó forradalom párhuzama a modern fizika által megsértett tartalmi racionalitáskritériumok a priori jellegétől eltekintve is hamis. Az, hogy a világ determinált-e vagy sem, vagy hogy a tér lehet-e görbült vagy sem, illetve a négydimenziós téridő több-e pusztán hasznos matematikai konstrukciónál, melyek segítségével a tudomány előrejelzésekre képes, természetükben egészen más jellegű kérdések, mint az, hogy miképpen helyezkednek el, és mozognak az égitestek, hogy vannak-e foltok a Napon. Azon túl, hogy az előbbi kérdések érzéki és értelmi szemléletünk – relatív vagy abszolút – a priori struktúráit és képzeit érintik, bennük a világkép fundamentális alapelveiről van szó, és ezért sem célszerű kiszolgáltatni őket partikuláris elméleteknek. Velük szemben az égitestek térbeli rendje már magában is kifejezetten partikuláris kérdés – még akkor is, ha a középkori, Kopernikusz előtti kozmológia kontextusában az egész világrendet érintette, és ennek nyomán Kopernikusz elmélete radikális kultur- és gondolkodástörténeti megrázkódtatást okozott.

7. A DUHEM-QUINE-LAKATOS-FÉLE EMPIRIKUS ALULDETERMINÁLTSÁGI TÉTEL MINT A JÓZAN ÉSSZEL KONFORM ALTERNATÍVÁK LEHETŐSÉGÉNEK ABSZTRAKT TUDOMÁNYFILOZÓFIAI ALAPJA

Utóbbi elemzésünk eredményének fényében a 20. századi fizika abszurd elemeivel kapcsolatos uralkodó elképzelést elutasító kritikai álláspont lényege abban ragadható meg, hogy az a tartalmi értelemben vett racionalitást nem adja fel, illetve azt nem relativizálja a módszertani racionalitásra hivatkozva, hanem a józan ész hagyományos képzetének és a természettudományos racionalizmus hagyományos felfogásának megfelelő alternatív fizikai elméletekre, illetve interpretációkra törekszik.

De vajon járható-e ez az út? Eredményes lehet-e a modern fizika ilyen kritikája? A kérdés kettős természetű. Egyrészt filozófiai, másrészt fizikai.

Ami a filozófiát illeti, a régi racionalitásfogalom megőrzése annyiban mindenképpen járható, hogy e régi fogalmat és a 20. századi fizika elméleteit egyaránt megőrizhetjük. Persze, ha ezt az utat választjuk, az azt is maga után vonja, hogy az új fizika által nyújtott fizikai világképet irracionálisnak kell minősítenünk, és el kell fogadnunk, hogy a tudomány irracionális valóságot tár elénk. Az einsteini relativitáselmélet és a kvantummechanikai indeterminizmus kritikusai azonban ennél többet szeretnének: céljuk a modern fizika uralkodó elméleteivel illetve interpretációival szemben olyan alternatív elméletek és interpretációk kidolgozása, melyek összhangban vannak a hagyományos racionalizmussal és a józan ésszel.

De vajon a modern fizika tényszerű épp-így-léte nem azt bizonyítja-e – kérdezhetjük e törekvésekkel szemben –, amit az uralkodó felfogás állít: hogy a megismerés olyan tartományokba hatolt be, amelynek ontológiai valósága nem igazodik józan eszünkhöz és a racionalitás hagyományos (tartalmi) kritériumaihoz? Hiszen hosszú évek és tudósok sokaságának áldozatos tudományos kutatásáról van itt szó, és az új fizika ennek során még sohasem ütközött olyan anomáliába, az elmélet és a tapasztalat olyan konfliktusába, amely empirikus oldalról jogos szkepszt alapozott volna meg tekintetében.

E kérdés a modern fizika öntudatát és önértelmezését jelenítik meg, és a tanulmányunk korábbi részében ismertetett uralkodó elbeszélésbe illeszkedik. Ez az narratíva azonban, mint már jeleztük, nyilvánvalóan téves – mégpedig mind filozófiailag, mind pedig fizikailag.

Először is, minden tudományfilozófus jól tudja, hogy a kísérleti eredmények nem kényszeríthetnek ránk egyértelműen egy-egy elméletet. Ezzel nem csupán a konvencionalista Poincaré, hanem maga Einstein is tisztában volt, és éppen erre a filozófiai igazságra alapozta a kvantummechanika koppen-

hági interpretációját illető kritikáját. Napjaink tudományfilozófiájában ez az igazság legismertebb formájában a Lakatos Imre által bevezetett Duhem-Quine-féle empirikus aluldetermináltsági tételben fejeződik ki²³, amelyre – tekintettel arra, hogy tételként Lakatos fogalmazta meg – a Duhem-Quine-Lakatos-féle empirikus aluldetermináltsági tételként is hivatkozhatunk.

Persze az aluldetermináltsági tételnek nem az a jelentősége, hogy rá hivatkozva a lehetséges elméletek absztrakt sokasága után kutakodjunk, hanem az, hogy a konkrét tudományos szituációban, és az elfogadott tudományos normák jegyében megvizsgáljuk a szóba jöhető elméletek, elméleti megoldások vagy interpretációk körét, valamint az azok mellett és azok ellen felhozható érveket, illetve – ha történetileg közelítünk a kérdéshez – a konkrét elméleteket erősítő vagy gyengítő tudományos, társadalmi vagy kulturális tényezőket. E tekintetben pedig világossá válik, hogy a jelen tanulmányban bírált uralkodó álláspont nemcsak a Duhem-Quine-Lakatos-féle tétel alapján – azaz filozófiailag –, hanem természettudományos szempontból is hibás. Ugyanis – mint erre Jánossy Lajos korábban idézett szavai is utalnak – Lorentz éterbázisú elméletét követve a relativitáselméletnek létezik a józan ész képzeivel összhangban lévő változata, és ez Einstein elméletéhez hasonlóan teljes körű magyarázatot nyújt a relativisztikus jelenségekre. Ugyanígy, a kvantummechanikában szintén legitimek az Einstein által támogatott determinisztikus, statisztikai interpretációs irányzatok.²⁴

²³ V.ö.: Lakatos Imre: „Appendix: Popper falsificationism and the Duhem-Quine’ thesis” (to his Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes) In: *Methodology of the Scientific Research Programmes. Philosophical Papers, Volume 1.* (Edited by John Worral and Gregory Currie) Cambridge, Cambridge University Press, 1978. 93-101. (Eredeti publikáció In: I. Lakatos and A. Musgrave (eds.): *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1970.

²⁴ V.ö.: Szabó László: *A nyitott jövő problémája. Véletlen, kauzalitás és determinizmus a fizikában.* Budapest, Typotex Kiadó, 2002.; Szegedi Péter: „Utószó Blohincev *A kvantummechanika elvi kérdései - Kvantummechanikai méréselmélet*” c. könyvéhez. In: Blohincev: *A kvantummechanika elvi kérdései - Kvantummechanikai méréselmélet.* Budapest, Gondolat 1987. 274-299; Szegedi Péter: *Determinisztikus törekvések a kvantummechanikában. Történeti-filozófiai elemzés.* Kandidátusi értekezés, MTA TMB 1989. (kézirat).

8. AZ ALTERNATÍV ELMÉLETEK ÉS INTERPRETÁCIÓS TÖREKVÉSEK
MÓDSZERTANI MEGÍTÉLÉSE. A MÓDSZERTANI ÉS TARTALMI
RACIONALITÁSKRITÉRIUMOK KÖZÖTTI KONFLIKTUS, MINT
A 20. SZÁZADI FIZIKA VALÓDI NÓVUMA

Ha az éterbázisú, lorentziánus relativitáselmélet étere a tartalmi kritériumoktól eltekintve, csupán a módszertani racionalizmus kritériumainak figyelembe vételével fölösleges, ad hoc, az Ocham-borotvának ellentmondó metafizikai entitás, és hasonló szemrehányások érhetik a determinizmusra irányuló kvantummechanikai törekvések által feltételezett úgynevezett „rejtett paraméter”-eket is, akkor a tartalmi racionalitáskritériumokat figyelembe véve megváltozik ez az ítélet. Nem arról van szó ugyanis, hogy ezek az alternatív elméletek és törekvések önkényesen, racionális indok nélkül kihasználják az empirikus aluldetermináltságból adódó szabadságfokot, és a már működő elméletekkel szemben öncélúan az egyszerűség elvének ellentmondó alternatívákat konstruálnak. Éppen ellenkezőleg: *e konstrukciók pontosan azok az elméleti és/vagy interpretációs megoldások, amelyek a lehetőségekhez képest egyszerűen, új elméleti entitások minimális bevezetésével teremtenek összhangot a fizikai elmélet és a hagyományos értelemben vett, tartalmi elemeket is magában foglaló racionalizmus legalapvetőbb a priori kategóriái között. Ha továbbra is arra törekszünk, hogy a tudományos elmélet a brunói érelemben „megnyugtassa eszünket” – azaz összhangban álljon a jelzett a priori mozzanatokkal –, akkor a lorentziánus éter bevezetése vagy a determinisztikus kvantummechanika felé vezető elméleti megoldások és feltételezések nem ad hoc, irracionális, metafizikai konstrukciók, hanem éppen a racionális tudomány megalkotására irányuló tevékenység módszertanilag is indokolt, ésszerű mozzanatai. Ad hoc-ká csak akkor válnak, ha elvetjük a fentiekben elemzett tartalmi racionalitáskritériumokat, és egyfajta egyoldalú metodológiai racionalizmus kultuszának jegyében lemondunk a tartalmi kritériumok értelmében is racionális tudományról, utat engedve ezáltal a józan észnek ellentmondó és ennyiben irracionális fizikának.*

A 20. századi fizikával kapcsolatos, tanulmányunk elején bemutatott ellentmondás így megoldódik: e fizikának mint különlegesen racionális tudománynak a kultusza jogos az egyoldalú metodológiai racionalizmus jegyében, és ennek nem mond ellent az sem, hogy ugyanakkor e fizika számos állítása „felfoghatatlan”-nak, illetve kifejezetten abszurdnak tűnik. A kettőség abból fakad, hogy a 20. század elején megjelenő új elméletek a metodológiai racionalizmus egyoldalú dominanciája jegyében felmondták a tartalmi racionalitáskritérium néhány alapvető elemét, és szembekerültek a józan ész néhány a priori képzetével. Az, hogy ez – ha nem is tudatosan – de

mennyire így történt, szövegszerűen is elemezhető a relativitáselmélet esetében Einstein és hívei, a kvantummechanikát illetően Bohr, Heisenberg és más fizikusok írásaiban, amelyekben fontos szerepe van a pozitivistaneopozitivistá jellegű metodológiai megfontolásoknak: az utóbbiak nem csupán jelen vannak e szövegekben, hanem immanens kapcsolódnak a józan ész számára abszurd állításokhoz.

Mindazonáltal a modern fizika most említett fordulata nem vezethető vissza csupán a tudományos gondolkodást jellemző attitűd megváltozására és a metodológiai racionalizmus egyoldalú uralomra jutására. Newton elméletében a metodológiai és a tartalmi racionalitáskritériumok még jól megfértek egymással, és így nem véletlen, hogy ez az elmélet ma is a józan észnek és intuitív szemlétünknek megfelelő elméletként szerepel, melynek fizikai világképe jól tanítható a középiskolákban. De még a Newtonnal kapcsolatos szigorú machiánus kritika sem okozott meghasonlást a módszertani és a tartalmi racionalitáskritériumok között: a forgó vödörökkel kapcsolatos gondolat kísérlet machiánus elemzése és az úgynevezett Mach-elv, amely szerint a tehetetlenség nem a newtoni abszolút tér jelenlétével, hanem a környező csillagrendszerek hatásával magyarázható, ugyancsak teljesen összhangban van térképzeteinkkel, intellektuális intuíciónkkal és a józan ésszel. (Mach a newtoni abszolút teret módszertani kritériumok alapján tudománytalan, metafizikai entitásnak minősítette.)

Ha a modern fizikában tartalmi szempontból abszurd állítások jelenhettek meg, ez csak azért vált lehetővé, mert a fizikai világ újonnan feltárt sféráiban (így egyik oldalról a nagy sebességek, az erős gravitációs terek és a kozmikus méretek dimenziójában, másik oldalról az elemi részecskék mikrovilágában) a metodológiai és a tartalmi racionalitáskritériumok szembekerültek egymással. Nevezetesen: a priori nem szükségszerű, hogy a metodológiai racionalitáskritériumok követése ellentétes legyen a szubsztantív racionalitáskritériumokkal. Azaz, nem szükséges, hogy az előbbi kritériumcsoport a fentiekben elemzett értelemben abszurd állításokhoz, elméletekhez vezessen. Ha ez a modern fizikában így történik, akkor ennek a kultúrán és a gondolkodástörténeten kívüli oka van, amennyiben ez a fizikai megismerés által vizsgálat alá vont új jelenségek természetéből következik. A társadalmi-kulturális és történeti összefüggéseknek itt csak annyiban van szerepe, hogy a tudomány e régiók felé fordulása nyilvánvalóan ilyen tényezőkkel magyarázható. A metodológiai és a tartalmi racionalitáskritériumok most elemzett konfliktusa azonban már a természeti világ vizsgált régiói által determinált adottság, amely ennyiben „objektív”, tőlünk független. Így ha hamis is az a megközelítés, mely szerint a modern fizika abszurdnak megjelenő elemeit „a természet valósága eltér észbeli elvárásainktól és kritériumainktól” fordú-

lattal magyarázza, e szakszerűtlen és nem tárgyyszerű állításnak van valóságos alapja. Nevezetesen, valóban a természet megismerés alá vont új jelenségei kényszerítették ki a tartalmi és a módszertani racionalitáskritériumok közötti konfliktust a 20. századi fizikában: ez a konfliktus valóban „objektív”, tőlünk független, a természet vizsgált régiói által ránk kényszerített meghatározottsága a mai fizikának.

9. ÖSSZEGZÉS. A 20. SZÁZADI FIZIKA KAPCSÁN FELVETŐDŐ RACIONALITÁSPROBLÉMA FILOZÓFIAI TERMÉSZETE

Így a 20. századi fizikus és tudományfilozófus elkerülhetetlenül választúthoz érkezik: vagy kitart az újkori természettudományos racionalizmus releváns racionalitáskritériumai – és így különösen az intuitív szemléletnek és a „józan ész” a priori rétegének való megfelelés – mellett, és ennek jegyében a módszertani racionalitáskritériumok érvényesülését korlátozza, vagy pedig egyoldalúan előnyben részesíti a módszertani racionalitást, és vállalja, hogy elméletében abszurd, „felfoghatatlan”, a józan ésszel konfliktusban lévő állítások jelennek meg. Nyilvánvaló, hogy az itt megjelenő konfliktus *nem természettudományos jellegű*: bár a természettudományos megismerésre, a természettudományos „értelem”-re vonatkozik, *a filozófiai-reflexív gondolkodás szférájába*, azaz a filozófiai „ész” illetékességéhez tartozik. Ennek megfelelően azt, hogy a tudományos megismerés a fentiekben jelzett két út közül melyiket választja, *nem a természettudományos vizsgálódás tárgya határozza meg, hanem filozófiai jellegű értékválasztástól függ*, melynek tudományfilozófiai alapját a Duhem-Quine-Lakatos-féle empirikus aluldetermináltsági tétel, természettudományos értelemben vett szakszerűségét pedig a ténylegesen lehetséges alternatív természettudományos elméletek és interpretációs kísérletek nyújtják.

A most vázolt helyzet illusztrálására tekintsük a relativisztikus jelenségek fizikai magyarázatát, ahol két konzisztens relativitáselmélet áll rendelkezésünkre: az einsteini és a lorentziánus elmélet (melynek talán legkidolgozottabb, és egyben matematikailag is leginkább megalapozott formáját Jánosssy Lajosnak köszönhetjük). A két elmélet a fizikai tapasztalat, az empirikus fizikai valóság tekintetében egyformán azt állítja, hogy – elvi okok miatt – nem lehetséges abszolút mozgást és abszolút időbeli ritmust megfigyelni vagy kísérletileg mérni, és ennek megfelelően mindkettő tagadja az empirikusan kimutatható kitüntetett vonatkoztatási rendszer létezését. S hasonlóképpen: az empirikusan meghatározott sebességek mindkettőben a relativisztikus sebességösszeadás tanulmányunkban tárgyalt képlete szerint összegzendőek.

Az einsteini elmélet mindennek nyomán – a machiánus módszertant szellemében, Ernst Machnak a newtoni abszolút tér fogalmán gyakorolt kritikáját mintaként követve – az empiriára hivatkozva posztulálja a vonatkoztatási rendszerek egyenrangúságát és a fénysebesség határsebesség voltát, majd e posztulátumok alapján machiánus módon definiálja az idő mérésének módszertanát, és az így adódó időmértékekből megkonstruálja az idő empirikus fogalmát. Ezen eljárás nem csupán összhangban van a metodológiai racionalitás pozitivista ideájával, hanem annak a fizikai elméletalkotásban történő példaszerű megvalósítása. Nem véletlen ezért, hogy Einstein itteni eljárását Moritz Schlick a filozófia számára is követendő mintának tartja. Ez az einsteini módszertan azonban elvezet a hagyományos természettudományos racionalizmus és a józan ész számára közismerten abszurd állításokhoz.

Ezzel szemben a lorentziánus elmélet – amely mint láttuk, az empiria szintjén szintén a vonatkoztatási rendszerek egyenrangúságát, s ezáltal a mozgás relativitását állítja – továbbra is kitart a kitüntetett vonatkoztatási rendszer és a nem relatív mozgás, valamint a nem relatív időmértékek mellett, és e fogalmak segítségével a relativisztikus jelenségekre a józan ésszel összhangban lévő magyarázatot nyújt. Eszerint az a relativitás, amely az empirikus szinten számunkra megjelenik, megfigyelhető és mérhető, egy mélyebb, közvetlenül nem megfigyelhető, hanem csak kikövetkeztethető fizikai ontológia következménye, és ennyiben csupán a fizikai valóság empirikus felszínén megjelenő látszat. Ez az elmélet így Einsteintel szemben, ahol a fizikai valóság kizárólagosan azzal azonos, amit közvetlenül tapasztalunk, illetve amit ilyen tapasztalati elemekből felépíthetünk, kétszintű fizikai ontológiát teremt: az empirikusan megjelenő fizikai világot, és a mélyebben rejlő, az empirikus világra – és annak részeként e világ relativisztikus jelenségeire – magyarázatot nyújtó, számunkra közvetlenül hozzá nem férhető, de teoretikusan kikövetkeztethető fizikai valóságot. A megfigyelhető világ ebben az elméletben ugyanúgy relativisztikus mint Einsteinnél, de ez itt valójában csak látszat, és a mélyben a fizika nem relativisztikus tartománya rejlik.

Mármost a lorentziánus éter és a hozzá kapcsolt kitüntetett rendszer státusza ismeretelméletileg kifejezetten párhuzamos Newton abszolút terének ismeretelméleti státuszával, és ennek következtében a relativisztikus jelenségek lorentziánus magyarázata is hasonlít ahhoz, ahogy Newton az abszolút tér segítségével a tehetetlenség jelenségét magyarázta. Ezért a lorentziánus magyarázatra nyilvánvalóan alkalmazható a machiánus kritika, és annak szellemében ez az elmélet metafizikainak minősíthető. Ám – mint amiképpen ezt tanulmányunkban megmutattuk – ha nem üritjük ki a természettudományos elméletalkotást orientáló elvek közül a racionalitás tartalmi kritériumait, a relativisztikus jelenségek természetéből következőleg nincs más út, hanem a

hagyományos racionalitáskritériumoknak való megfelelés érdekében szükség van a fizikai valóság e mélyebb rétegének bevezetésére. Ez egyik oldalról nem önkényesen, hanem a tartalmi értelemben vett természettudományos racionalitás érdekében történik, és az egyszerűség elvének is eleget tesz annyiban, hogy csak abban a mértékben vezet be közvetlenül nem megfigyelhető fizikai létezőket és folyamatokat, amily mértékben a tartalmi racionalitás megőrzése érdekében ez szükséges. Másik oldalról viszont mégiscsak az önmagában tekintett metodológiai racionalitáskritériumok korlátozásával jár.

A 20. századi fizika uralkodó tendenciája e konfliktusban a hagyományos értelemben abszurd állítások és nézetek tudományos megjelenésének árán a metodológiai racionalitást részesíti előnyben, és ez történeti-társadalmi okok miatt bizonyára nem véletlen: társadalmi háttérét valószínűleg ugyanazok a tendenciák alkotják, amelyekkel Max Weber más kontextusban a formális racionalizmusnak a szubsztantív racionalizmussal szembeni uralomra jutását magyarázta. Az azonban, hogy a módszertani racionalitáskritériumok szembe kerültek a tartalmi kritériumokkal, nem társadalmi eredetű jelenség, hanem a természet vizsgálat alá vont jelenségeiből fakad. Az uralkodó nézet, a modern fizika abszurd állításait igazolni szándékozó ideológia hamis, mivel nem a természet valósága és az észbeli elvárásaink közötti eltérés kényszerítette ki a józan ésszel ellentmondásban lévő, a hagyományos ráció jegyében abszurdként megjelenő fizikai állításokat. Egyrészt nemcsak hogy tényyszerűen nincs ilyen eltérés és kényszer, hanem annak fogalma – többek között a Duhem-Quine-Lakatos-féle tétel miatt – az adott összefüggésben értelmezhetetlen. Másrészt konkrét fizikai elméletek és interpretációk igazolják, hogy az érintett természeti jelenségek a józan ésszel összhangban is értelmezhetők, sőt a relativitáselmélet esetében kifejezetten rendelkezésre is áll ilyen értelmezés. *Ezen alternatív értelmezések ára viszont a mai fizika kontextusában a módszertani racionalitáskritériumok korlátozása, mint amiképpen az utóbbiak korlátlan érvényesítése ugyanitt elengedhetetlenül a tartalmi racionalitáskritériumok sérüléséhez vezet.*

A 20. századi fizika valódi újdonsága nem a hagyományos természet-tudományos racionalizmus és a józan ész számára abszurdként megjelenő állítások elkerülhetetlensége, hanem ez az előbbi, a módszertani és a tartalmi racionalitás kritériumai között adódó, ma kikerülhetetlennek látszó konfliktus, valamint az a feszültség és ambivalencia, amely a tudományos racionalitás, a tudományos ráció vonatkozásában ennek nyomán a fizikában keletkezett.